

겹침이음길이 및 구속 철근에 따른 헤드철근의 구조적 성능에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Structural Performance of Headed Bars by Lap Length and Confinement Details

유 호 일* 이 용 태** 김 승 훈*** 채 서 호**** 반 병 열*****
Yu, Ho Il Lee, Yong Taeg Kim, Seung Hun Chea, Seo Ho Bahn, Byong Youl

ABSTRACT

Headed bars have used to the anchoring of the tension or compression longitudinal bars and of the shear reinforcing bars. Recently, lap splices of headed bars are attempted to the joints of precast concrete members and to the connections between old and new concrete members. Previous Michael's experimental research showed that confinement details had an effect on the lap splice performances of headed bars. In this study, the lap splice performances of headed bars(D25) with lap length and confinement details are evaluated through the experimental works. Four specimens, of which variables were the lap length of headed bar and the type of confine details, were tested for the performance evaluation on lap splice. Test results show that the lap length confinement reinforcement improve the performance of lap splice.

1. 서론

헤드철근은 주로 주근 및 횡보강근의 정착용으로 많이 사용되고 있다. 프리캐스트 콘크리트 부재의 접합부나 기존 부재와 새로운 부재의 접합부에서 철근의 겹침 이음법은 접합면적이 부족할 시 겹침이음 길이를 확보하기 힘들고, 기존의 커플러를 이용한 기계적 이음법이나 용접이음법은 이러한 접합부에 시공이 어렵거나 불가능한 경우가 많다. 이에 최근 이러한 문제점을 해결하기 위하여 헤드철근을 겹침이음시키는 방법이 시도되고 있다.

본 연구는 D25의 헤드철근을 대상으로 겹침이음길이와 겹침이음구간의 구속상세를 변수로 한 실험을 통하여 겹침이음성능을 파악하고자 한다. 겹침이음길이는 헤드철근 직경의 10배와 14배를 적용하였고, 구속상세는 구속이 없는 실험체와 횡보강근 및 Tie-Down 철근을 이용한 실험체를 계획하였다.

실험결과 분석을 통하여 겹침이음길이 종류 및 구속상세 유무에 따른 겹침이음내력 및 변형성능을 비교·분석하였다. 그리고 기존 헤드철근의 정착내력으로 사용되는 ACI 318-05 기준의 CCD 방법에 의한 헤드철근의 정착내력을 이용한 이론 겹침이음내력을 산정하여 실험내력과 비교하였다.

* 정회원, 한밭대학교 대학원 석사과정

** 정회원, 한밭대학교 건축공학부 부교수

*** 정회원, 한밭대학교 건축공학부 전임강사

**** 정회원, 대전대학교 대학원 박사과정

***** 정회원, 대전대학교 건축학부 교수

2. 실험

2.1 실험체 계획

겹침이음 실험을 위하여 D25 헤드철근의 겹침이음길이 및 구속상세를 변수로 표 1 및 그림 1과 같이 4개의 실험체를 계획하였다.

표 1 실험체 일람

실험체명	겹침이음철근	겹침이음길이(mm)	횡보강근	Tie-Down 철근
HB2-10-C00	2-D25@240	250	-	-
HB2-14-C00	2-D25@240	350	-	-
HB2-10-C21	2-D25@240	250	2-D10@100	5-D10@120
HB2-14-C21	2-D25@240	350	2-D10@100	5-D10@120

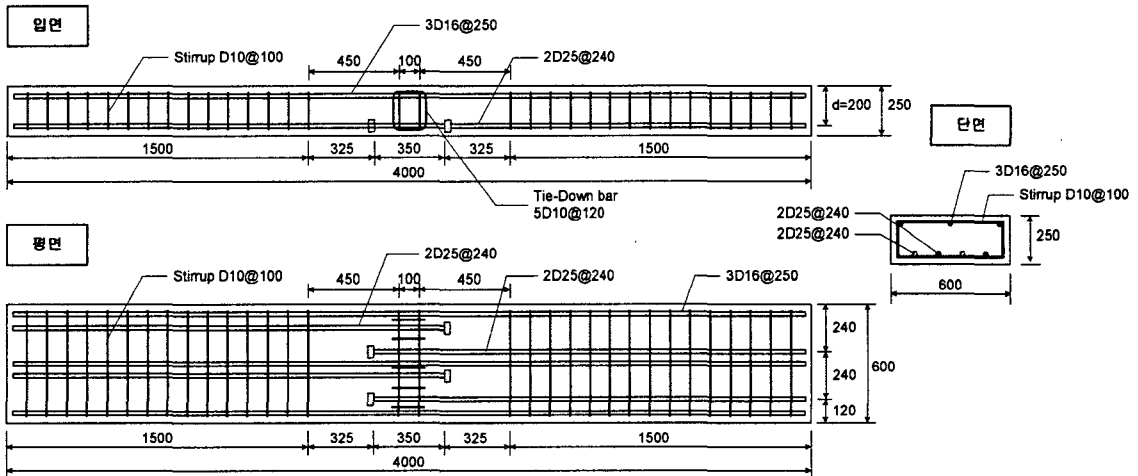


그림 1 HB2-14-C21 실험체 형상 및 배근상황

헤드철근의 겹침이음길이는 D25 이형철근 직경의 10배(HB2-10-C00, HB2-10-C21)와 14배(HB2-14-C00, HB2-14-C21)로 계획하였으며, 겹침이음구간 내의 헤드철근 구속상세로는 무보강(HB2-10-C00, HB2-14-C00) 및 횡보강근과 폐쇄형 Tie-Down 철근(HB2-10-C21, HB2-14-C21)을 사용한 실험체로 하였다.

실험체는 겹침이음성능을 평가하기 위하여 그림 2에서와 같이 넓은 보 실험체 형태로 제작하였으며, 실험체 단면은 250mm×600mm이다. 실험체 길이는 4m이며 순경간은 3.6m이다. 상부철근으로 3개의 D16철근을 배근하였고, 피복두께는 3cm를 적용하였다. 실험체에 사용된 콘크리트의 설계압축강도는 23.5 MPa이며, 철근은 상하부 철근 및 스테럽 모두 SD40의 철근을 이용하였다.

2.2 실험체 가력 및 측정

그림 2에 실험체 설치상황을 나타내었다. 그림 2에서 나타난 바와 같이 겹침이음 구간내에 전단응력을 최소화시키고 휨응력에 의한 헤드철근의 인장응력이 작용하도록 중앙부 1m 지점에 2점 가력하였다. 하중제어 방법은 변위제어로 단조가력하였다. 실험체 수직변위는 중앙부에 설치한 2개의 변위계로 측정된 변위를 평균하여 사용하였다.

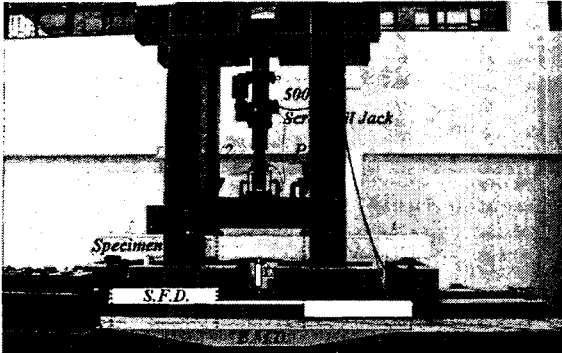


그림 2 실험체 설치상황

표 2 실험내력

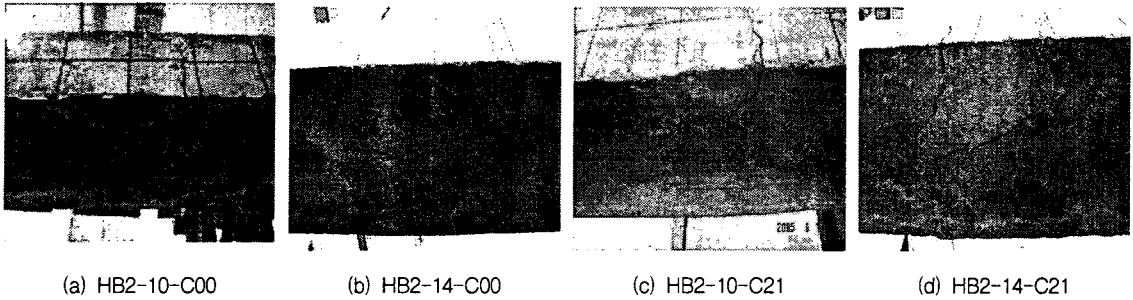
실험체명	최대내력 (kN)	최대내력시 변위 (mm)	최대 내력비*
HB2-10-C00	42.67	10.60	1.00
HB2-14-C00	69.16	16.27	1.62
HB2-10-C21	74.00	20.30	1.73
HB2-14-C21	87.60	21.73	2.05

* HB2-10-C00 기준

3. 실험결과 및 분석

3.1 최종파괴상황

표 2에 각 실험체의 최대내력 및 최대내력시 수직변위를 나타내었으며, 그림 3에 각 실험체의 최종 파괴시 균열상황을 나타내었다.



(a) HB2-10-C00

(b) HB2-14-C00

(c) HB2-10-C21

(d) HB2-14-C21

그림 3 실험체 최종파괴상황

하중가력에 따른 균열상황은 대부분의 실험체에서 유사하게 나타났다. 하중이 증가됨에 따라 먼저 가력점 사이의 휨구간에서 초기 휨균열이 발생하였다. 특히, 대부분 실험체에서 겹침이음이 시작되는 헤드가 위치한 부분 또는 가력점 하단부에서 발생하였다. 이후 헤드가 위치한 양 부분의 균열이 크게 진행되고 겹침이음구간내에 새로운 휨균열이 발생하였다. 최종적으로 그림 3에 나타난 바와 같이 각 실험체 하부면의 겹침이음되는 헤드철근들 사이에 수평 전단균열이 발생하여 파괴되어 충분한 겹침이음성능을 확보하지 못하는 것으로 나타났다.

3.2 하중-변위 곡선 비교

그림 4에 겹침이음 구간내의 구속상세에 의한 보강 여부에 따라 실험체별 수직하중과 중앙부 수직 변위의 관계곡선을 나타내었다. 그림 4에서 겹침이음 구속상세와는 관계없이 거의 초기강성이 동일하였으며, 약 20 kN이상에서 초기 휨균열에 의한 강성이 감소하였다. 감소되는 기울기는 겹침이음길이 가 철근 직경의 14배인 실험체가 12배인 실험체보다 적게 나타났다. 그림 4와 표 2에서 겹침이음 구간 내 횡보강근 및 Tie-Down 철근의 구속상세에 따른 보강효과는 겹침이음길이가 철근직경의 10배 및 14배인 실험체들에 대하여 각각 73%, 27%의 겹침이음내력 증가를 보였다. 이는 구속상세가 겹침이음

길이 적을수록 더 큰 보강효과를 보임을 나타내고 있다. 최대내력시 변위도 겹침이음길이가 증가할수록, 구속상세에 의하여 보강할수록 더 크게 나타내었다.

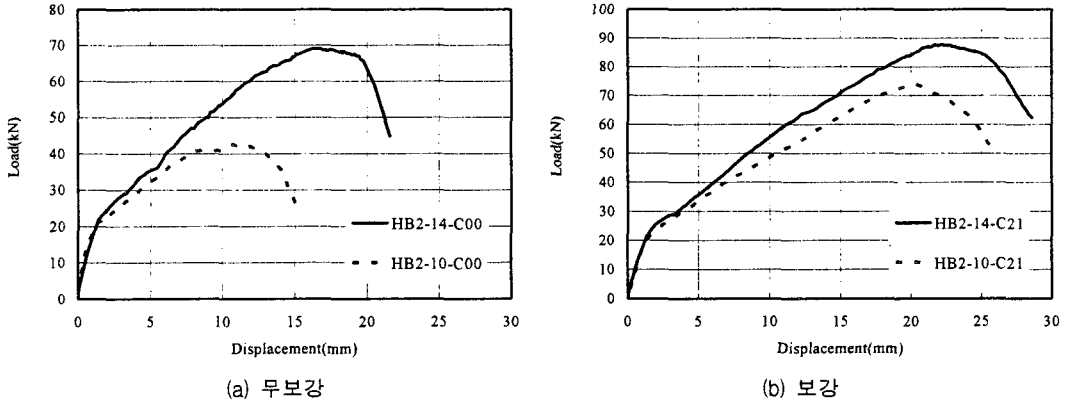


그림 4 실험체 하중-변위곡선

3.3 기준식과의 비교

대부분의 기준식에서 이형철근의 겹침이음길이는 이형철근의 정착길로부터 산정되고 있다. 헤드철근의 경우 정착내력에 관한 기준식은 있지만 겹침이음길이에 대하여 제시된 바가 없다. 이에 본 연구에서는 ACI318-05의 CCD 방법에 의한 헤드철근의 정착내력을 바탕으로 한 이론 겹침이음내력과 비교하여 그림 5에 나타내었다.

그림 5에서 겹침이음길이에 관계없이 이론 겹침이음내력이 56.4 kN으로 일정하게 나타나 CCD 설계법에 의한 이론내력이 본 실험체의 내력을 과소평가하고 있었다. 이는 CCD 설계방법에서 앵커가 3개 또는 4개의 가장자리에 인접하여 있고 최대 연단거리가 물힘깊이가 1.5배 이하일 경우 물힘깊이는 최대연단거리/1.5로 제한되기 때문이다.

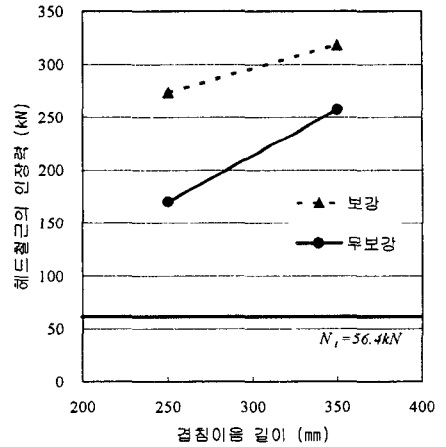


그림 5 실험과 이론 겹침이음 내력 비교

4. 결론

본 연구결과로부터 헤드철근의 겹침이음길이가 적을수록 겹침이음 구간내 횡보강근 및 Tie-Down 철근 등의 구속상세에 의하여 겹침이음 내력과 변형성능에 대해 보강효과가 크게 나타남을 알 수 있었다. 기존의 헤드철근 정착길이를 이용하여 겹침이음길이를 산정하는 방법이 적합하지 않는 것으로 평가되어, 연단거리가 적은 부재에서의 겹침이음 및 철근 부착력에 대한 영향을 고려하여 겹침이음 길이를 산정하여야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) ACI committee 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete(ACI 318-05)," American Concrete Institute, 2005